Lane Medical Library

Versuche über das Absterben von Bakterien in physiologischer Kochsalzlösung und in Milch bei Kochen unter erniedrigtem Druck.

INAUGURAL-DISSERTATION

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

am 5. Juli 1906

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTEIDIGEN WIRD

DER VERFASSER

Victor Grimm

approbierter Arzt aus Seelow (Kreis Lebus).

OPPONENTEN:

Herr Dr. Neumann, Arzt.
- Stüben, Referendar.
- Dr. Weller, Arzt.

BERLIN.

Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke)

Linienstraße 158.

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Referent: Prof. Dr. **Rubner.**

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/versucheuberdasa0000vict

In seiner Arbeit „Über das Absterben von Bakterien beim Kochen unter erniedrigtem Druck“[1]) hat Schut jr. festgestellt, daß die in Flüssigkeiten suspendierten Bakterien durch bloßes Erhitzen weniger schnell absterben als durch Kochen bei derselben Temperatur, und daß man sogar durch solches Kochen unter erniedrigtem Druck einige Bakterienarten innerhalb der physiologischen Temperaturgrenzen abtöten kann. Obwohl diese Ergebnisse nicht nur vom rein theoretischen Standpunkte das größte wissenschaftliche Interesse beanspruchen, sondern auch für praktische Zwecke leicht von großer Bedeutung werden können, ist, soweit aus der Literatur zu ersehen war, über dieses Gebiet nicht weiter gearbeitet worden. Ich wurde daher von Herrn Geheimrat Prof. Rubner beauftragt, die in der vorhin erwähnten Arbeit niedergelegten Resultate über die Zeit des Absterbens bestimmter in Flüssigkeiten suspendierter Bakterienarten beim Kochen und Erwärmen unter derselben Temperatur nachzuprüfen.

---

[1]) Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankheiten, Bd. 44.

I. Methode der Untersuchung.

Es wurde für diese Zwecke ein Apparat hergestellt, der dem von Schut jr. in seiner Arbeit angegebenen vollkommen glich, und der nicht nur das Kochen einer Flüssigkeit bei jeder Temperatur unterhalb von 100° C. ermöglichte, sondern auch außerdem erlaubte, hin und wieder eine Probe des infizierten Materials zu entnehmen, ohne daß hierbei der negative Druck durch zuströmende Luft ausgeglichen wurde. Außerdem konnte durch ihn auch gleichzeitig noch eine andere Flüssigkeit bei derselben Temperatur, aber unter Atmosphärendruck erhitzt werden.

Der Apparat bestand aus einer metallenen Flasche von ca. 1 Liter Inhalt, die durch einen Kautschukstöpsel, worin vier Durchbohrungen angebracht waren, luftdicht geschlossen werden konnte. In der einen von den vier Durchbohrungen steckt ein Thermometer, das in das Lumen des Metallgefäßes hineinragt und dort bis auf den Gefäßboden reicht. Die zweite enthält ein Glasrohr, das zu einem Rückflußkühler führt, wodurch die Menge und die Konzentration der kochenden Flüssigkeit in der Flasche konstant erhalten wird. Der Rückflußkühler ist wieder vermittelst eines T-Stückes sowohl mit einer Wasserstrahlpumpe als auch mit einem Manometer verbunden. In die Strecke zwischen Kühler und Luftpumpe ist noch ein zweites T-Stück eingeschaltet, dessen dritter Arm zu einer

ca. 60 Liter fassenden bekleideten Flasche führt, die als Luftreservoir dient. Es ist nämlich der Apparat dauernd kaum absolut luftdicht zu erhalten, und da jeder noch so kleine Luftzutritt bei dem relativ geringen Inhalt der Metallflasche eine Druckerhöhung zur Folge haben würde, so ist durch die soeben beschriebene Verbindung der Luftinhalt des Apparates sehr vergrößert. Es kann sich infolgedessen die etwa eingedrungene kleine Luftmenge über den großen Inhalt verteilen, und die etwa eintretenden Druckschwankungen werden dadurch geringer. Durch die dritte Öffnung des Kautschukstöpsels geht ein weites Metallrohr, in dem ein Hahn angebracht ist. Das obere Ende des Rohres ist mit einem Kautschukschlauch von ca. 5 cm Länge versehen. Durch die vierte Durchbohrung geht ein Reagenzrohr bis fast auf den Boden des Gefäßes. Das Metallgefäß selbst steht bis zum Halse in einem Wasserbade.

Nachdem die Flüssigkeit, in der die Bakterien suspendiert werden sollten, sowohl in das Metallgefäß als auch in das Reagenzglas gegossen und das erstere mit dem Kautschukstöpsel verschlossen worden war, wurde der Apparat in Tätigkeit gesetzt, indem man die Luftpumpe so lange arbeiten ließ, bis der Atmosphärendruck so weit gesunken, daß die Flüssigkeit in dem Metallgefäß bei der bestimmten Temperatur, unter welcher gearbeitet werden sollte, kochen würde. War das Manometer so eingestellt, so wurde das Wasserbad, in dem die Metallflasche stand, erhitzt und damit die Flüssigkeit in dem Metallgefäß auf

die gewünschte Temperatur gebracht und dann durch Regulieren des Brenners in dieser erhalten. Es kochte nun die Flüssigkeit, was an dem Zurückfließen des Kondenswassers aus dem Kühler zu bemerken war. Der Zeitpunkt war nun gekommen, die beiden Flüssigkeiten mit den bestimmten Bakterienarten zu infizieren. Es wurde zu diesem Zweck ein 1 ccm enthaltendes Probiergläschen mit einer 24 stündigen Bouillonkultur unter den nötigen Vorsichtsmaßregeln, um Mischinfektionen zu vermeiden, gefüllt. Das Probiergläschen mußte so schmal sein, daß es durch das Lumen des an der dritten Durchbohrung befindlichen Metallrohres und vorher durch den auf demselben befindlichen 5 cm langen Kautschukschlauch hindurchging. Das Röhrchen wurde durch den Kautschukschlauch und durch das Metallrohr bis an den Hahn eingeführt. Nun wurde über dem Röhrchen der Kautschukschlauch zugeklemmt und durch Hahnöffnung das Röhrchen in die Flüssigkeit des Metallgefäßes fallen gelassen, an dessen Boden es zerschellt. Die Flüssigkeit in dem Reagenzglas wurde mit einer Platinöse, die 2,5 cmm Bouillonkultur enthielt, infiziert. Sie hatte, da das Reagenzglas so weit, wie es gefüllt war, in die Flüssigkeit des Metallgefäßes hineinhing, bis auf wenige Zehntel Grade genau dieselbe Temperatur wie die letztere.

Zur Entnahme einer Probe aus der unter erniedrigtem Druck kochenden Flüssigkeit dient ein mit einer Platinspirale armierter Glasstab von der Dicke, daß er gerade in den Kautschukschlauch

hineinpaßt. Der Stab konnte bei der Weite des Metallrohres von 1 cm Durchmesser fast 1 cm dick sein, wodurch die Gefahr bei dem Ausführen, die innere Wandung des Rohres durch Berührung mit dem Platindraht zu infizieren, vermieden wurde. Vor der Einführung wurde der Stab eingefettet und mehrmals durch die Flamme gezogen. War er darauf so weit eingeführt worden, daß der Kautschukschlauch sich gut um ihn schloß, aber nicht so weit, daß die Spirale schon den Stöpsel des Hahnes berühren konnte, so wurde der Hahn aufgedreht, ohne daß nun Luft in das Gefäß einzudringen vermochte, und dann der Stab weiter in das Gefäßlumen hineingestoßen, und zwar gerade so weit, daß die Platinspirale vollkommen in Flüssigkeit eintauchte, das untere Ende des Glasstabes aber noch nicht benetzt wurde. Dies war immer dann der Fall, wenn der Stab bis zu einer bestimmten Marke, die vorher durch Ausprobieren festgelegt worden war, eingeführt wurde. Es konnte nun der Stab wieder emporgezogen werden, und zwar bis die Spirale oberhalb des Hahnes war, ein Moment, den man durch das Angesaugtwerden des Schlauches bestimmen konnte. Wenn jetzt der Hahn einfach geschlossen und der Glasstab herausgezogen worden wäre, so wäre beim Herausziehen zwischen Glasstab und Hahn ein luftverdünnter Raum entstanden, und der äußere Luftdruck hätte den Schlauch an die Spirale gedrückt und diesen infiziert. Um dies zu verhindern, war der Stöpsel des Hahnes nicht nur in einer Richtung

durchbohrt, nämlich in derjenigen, welche bei bestimmter Hahnstellung ein Eingehen von außen durch den Schlauch in das Gefäß ermöglichte, sondern es ging von der Mitte dieser Hauptbohrung senkrecht zu ihr nach der einen Seite des Stöpsels eine Nebenbohrung. Wurde nun durch eine Drehung des Hahnes die Hauptbohrung rechtwinklig zum Verlauf des Metallrohres gestellt und dadurch das Gefäß luftdicht verschlossen, so stand die erwähnte Nebenbohrung dann so, daß von außen her durch ein Löchelchen, das sich in dem den Hahnstöpsel umgebenden Rohrstück befand, Luft zunächst in die Hauptbohrung und von dort durch die Nebenbohrung in den Raum zwischen Hahnstöpsel und Platinspirale kommen konnte. Hierdurch war es möglich, ohne daß der Schlauch an die Spirale gesaugt wurde, den Stab gänzlich herauszuziehen. Aus dem Reagenzglas wurde mit derselben Platinspirale eine Probe entnommen und dabei vermieden, die Wandungen des Reagenzglases zu berühren, damit nicht etwa Bakterien an dem Glase weiter nach oben verschleppt würden, wo sie einer geringeren Temperatur ausgesetzt gewesen wären, da das Reagenzglas ja nur so weit, wie es selbst gefüllt war, in erwärmter Flüssigkeit hing. Die Flasche und das Reagenzglas wurden vor jedem Versuch sterilisiert. Es mußte nun bei der Anordnung der Versuche darauf geachtet werden, daß die Bakterienaufschwemmung in Glase und im Metallgefäß gleich stark wurde, da die Wahrscheinlichkeit, in der stärkeren Aufschwemmung in einem Zeitpunkt, wo

fast alle Bakterien abgestorben sind, noch einige zu finden größer ist als in einer dünnen Suspension, — und dies ist natürlich zu berücksichtigen, wenn man, wie es im folgenden geschehen soll, quantitativ vergleichend arbeitet. Zweitens aber sterben auch, abgesehen davon, wie Ficker[1]) in bestimmten Fällen nachgewiesen, in dünneren Aufschwemmungen die Bakterien schneller ab als in dichteren. Es wurden daher bei den Versuchen mit Suspensionen von physiologischer Kochsalzlösung und Bakterien 200 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung in die Metallflasche gegeben — mehr Flüssigkeit zu nehmen, war unzweckmäßig, da dann die Möglichkeit erhöht wurde, daß beim Kochen Tropfen in den Kühler spritzten und nach einiger Zeit abgekühlt in die Flasche zurückfielen — und zur Infizierung 1 ccm 20 stündiger Bouillonkultur, so daß auf 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung $^1/_2$ cmm Bouillonkultur kam. Dasselbe Verhältnis mußte nun auch im Reagenzglas hergestellt werden. In das letztere waren 5 ccm Kochsalzlösung gegossen worden; denn durch vorheriges Ausprobieren war festgestellt worden, daß die Flüssigkeit im Reagenzglas dann gerade so hoch stand, daß sie von der Kochsalzlösung der Metallflasche noch vollkommen umgeben wurde. Diese 5 ccm Kochsalzlösung wurden nun mittels einer Öse, die 2,5 cmm Bouillon faßte, infiziert, so daß nun die beiden Gefäße die gleich starke Sus-

[1]) Ficker, „Über Lebensdauer und Absterben von pathogenen Keimen". Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankheiten 1899, Bd. XXIX.

pension enthielten. Aus den Arbeiten von Schut jr. geht nicht hervor, daß auf diesen Umstand Rücksicht genommen worden ist.

Das mit der Platinspirale entnommene Material wurde auf Agarröhrchen überimpft und diese dann in Platten gegossen.

Bevor die eigentlichen Experimente begannen, wurde zunächst in einem Vorversuch geprüft, ob auch unter gleichen Verhältnissen in beiden Gefäßen die Bakterienaufschwemmungen zu derselben Zeit steril wurden. Es wurde deswegen eine Bakteriensuspension vom Bacillus prodigiosus, der bei 37° C. gezüchtet war, in beiden Gefäßen nur erhitzt bei einer Temperatur von 46° C. Es zeigte sich dabei, daß die Zeit des Absterbens in beiden Gefäßen 25 Minuten war. Es mußte dies erst festgestellt werden, da immerhin eine schädigende Wirkung des Metalls der Flasche auf die Bakterien nicht unmöglich war[1]).

II. Versuche mit Bakterien in physiologischer Kochsalzlösung.

Da es bei der Nachprüfung der Resultate von Schut jr. vor allem darauf ankam, zu sehen, ob überhaupt ein Unterschied in der Zeit des Absterbens der Bakterien in kochender und in erhitzter physiologi-

[1]) Ficker, „Über Lebensdauer und Absterben von pathogenen Keimen". Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten 1899, Bd. XXIX.

scher Kochsalzlösung von gleicher Temperatur nachzuweisen war, so wurden einmal nicht sämtliche von ihm untersuchten Keime nachgeprüft und zweitens bei weitem nicht alle von ihm angewandten Temperaturen zur Nachprüfung angewendet.

Die Gegenüberstellung Schuts und meiner Resultate ergibt folgendes Bild.

Tabelle I.

Resultate von Schut. Meine Resultate.

Bacillus fluorescens liquefaciens.

Zeit des Absterbens beim		Temperatur	Zeit des Absterbens beim	
Kochen	Erwärmen		Kochen	Erwärmen
< 1 Min.	< 1 Min.	55° C.	< 1 Min.	< 1 Min.
1—4 Min.	15—20 Min.	45° C.	4 Min.	50 Min.
20—30 Min.	keine Verminderung	35° C.	40—50 Min.	nach 2 Std. noch lebend

Bacillus prodigiosus bei 22° C. gezüchtet.

10 Min.	25 Min.	46° C.	20 Min.	55 Min.

Bacillus prodigiosus bei 37° C. gezüchtet.

4 Min.	15 Min.	46° C.	10 Min.	25 Min.

Coli Bacillus.

25 Min.	50 Min.	45° C.	40 Min.	80 Min.

Die Vergleichung beider Resultate ergibt, daß das frühere Absterben der Bakterien beim Kochen als beim Erwärmen bei derselben Temperatur auch bei unseren Resultaten deutlich in Erscheinung tritt. Doch zeigt sich die Resistenz der Keime in unserer Arbeit

sowohl beim Erwärmen als auch beim Kochen bedeutend größer als bei Schut jr. Vielleicht ist dies nur darauf zurückzuführen, daß Schut bei seinen Arbeiten verdünntere Suspensionen vor sich hatte. Da er darüber keine Angaben gemacht hat, so konnte ihm hierin nicht gefolgt werden.

Es ist von Schut noch Bacillus Typhi und Anthracis in gleicher Weise und mit demselben Erfolge geprüft worden. Diese Versuche sind hier nicht nachgeprüft worden.

Es ist aber noch ein anderer Keim, der Staphylococcus pyogenes aureus, in derselben Hinsicht studiert worden. Er zeigte bei einer Temperatur von 50° C. beim Kochen eine Lebensdauer von 95 Minuten und war beim Erwärmen bei 50° C. in 3 Stunden noch nicht abgestorben.

Leider arbeitete der angegebene Apparat nicht immer ganz befriedigend. Wenn man die gegossenen Platten besichtigte, so zeigte sich zwar immer, daß die Anzahl der Kolonien entsprechend der Zeitdauer, in der die betreffenden Bakterien gekocht hatten, deutlich abnahm. Aber es kam zuweilen vor, daß, nachdem scheinbar der Zeitpunkt erreicht war, wo die Bakterien abgestorben waren — wo also die betreffende Platte unbewachsen war —, die nächstfolgende oder gar erst die übernächste Platte wieder 1 oder 2 Kolonien zeigte. Es wurde vergeblich im Laufe dieser Arbeit versucht, diese Fehlschläge gänzlich unmöglich zu machen. Die Luftinfektion konnte nicht in Frage kommen, da die Kolonien immer aus

den Bakterien bestanden, mit denen die Untersuchungen vorgenommen waren. Man konnte nun ferner daran denken, daß entweder die Platinspirale beim Herausziehen aus dem Kautschukschlauch dessen Wandungen berührt hatte und von dort, obwohl vorher steril, Bakterienmaterial erhalten hatte, welches von einer vorhergehenden noch infektiösen Spirale auf dieselbe Weise dorthin verschleppt worden war. Oder aber es konnte die mit der Platinspirale entnommene Probe an sich zu klein sein, um noch jedesmal Bakterien zu enthalten, wenn diese in der Flüssigkeit immer weniger wurden. Es wurde deswegen in einer ganzen Zahl von Versuchsreihen bei jeder Entnahme von Material der negative Druck für einen Moment aufgehoben, der Kautschukstöpsel entfernt und mittels einer Pipette 1 ccm Suspension entnommen und verimpft. Trotzdem trat auch hier bei Anwendung dieser Methode einmal dieselbe Erscheinung ein. Der Versuch verlief folgendermaßen.

Tabelle II.

Bacillus fluorescens liquefaciens.

Es wurden nach	Aus der bei 35° C. kochenden Suspension 1 ccm entnommen	Aus der bei 35° C. erwärmten Suspension 1 ccm entnommen
20 Min.	+	+
30 -	+	+
40 -	5 Kolonien	+
50 -	0	+
60 -	0	+
70 -	1	+
90 -	0	+

Es war also hier das nach 50 Minuten entnommene Material steril, ebenso noch das nach 60 Minuten entnommene, während plötzlich nach 70 Minuten 1 Kolonie Bact. fluoresc. liquefaciens wieder erscheint. Wenn nun auch bekannt ist, daß Bakterien einer Spezies einen verschiedenen Grad von Resistenz zeigen können, so ist doch nicht recht anzunehmen, daß einige (und zwar ganz wenige; denn die beiden Pipetten vorher enthielten keine) im Vergleich zu den andern sich so lange lebend erhalten könnten, wenn sie genau denselben Schädlichkeiten ausgesetzt gewesen sind. Es war also trotz dieser Versuchsanordnung daran zu denken, daß das letztere vielleicht nicht der Fall wäre. Bei dem Kochen mußte naturgemäß Material verspritzt werden, und es war mit Rücksicht darauf schon weiter oben bemerkt worden, daß deswegen das Metallgefäß nicht zu voll gegossen werden durfte, damit nichts in den Kühler spritzte und dort der Hitze entzogen würde. Aber schließlich genügte es ja schon, daß die Bakterien an die Gefäßwand verspritzt wurden, um zwar nicht außerhalb der Hitzewirkung, wohl aber außerhalb der kochenden Flüssigkeit zu sein. Und dies wird daher wohl auch die Ursache der hin und wieder auftretenden Unregelmäßigkeiten gewesen sein, die dann zu neuen Versuchsserien zwangen, damit es trotz alledem gelang, einen bestimmten Moment des Absterbens zu bestimmen. Es zeigte sich hier auch der Grund, weshalb quantitativ gearbeitet werden mußte. Die allmählich abnehmenden Kolonien geben einen gewissen

Fingerzeig, wo der Zeitpunkt des Absterbens zu suchen und wann eine Unregelmäßigkeit anzunehmen war.

III. Versuche mit Bakterien in der Milch.

Auch Schut hat darüber Experimente angestellt, wie sich die Bakterien in erwärmter und bei derselben Temperatur kochender Milch verhalten. Er konnte auch das frühere Absterben in der kochenden Milch feststellen. Als er aber dann weiter versuchte, ob vielleicht das Kochen der Milch unter erniedrigtem Druck in der Praxis als bakterientötendes Moment ausgenutzt werden könnte, kam er, allerdings ohne Tabellen über diese Versuche veröffentlicht zu haben, zu dem Schluß, daß das Kochen der Milch praktisch keine Vorteile bringt, da, abgesehen von dem Verschwinden der Enzymreaktion der Milch mit H_2O_2, ein Erhitzen auf wenige Grade mehr denselben Erfolg hatte. Bei der Wichtigkeit dieser Angelegenheit für die Praxis sind auch hier einige Versuche darüber gemacht worden.

Von Budde ist vor 2 Jahren ein neues Verfahren angegeben worden, durch welches „die Milch bei einer Temperatur sterilisiert werden kann, die die Verdaulichkeit der Milch nicht beeinträchtigt, und unter solchen Verhältnissen, daß die Milch nicht durch den Gehalt fremder Stoffe als gesundheitsgefährdend hingestellt werden kann“ [1]).

[1]) G. Budde, „Ein neues Verfahren zur Sterilisierung der Milch“. Tuberculosis 1904.

Die Behandlung ist folgende. Die Milch wird auf 48—50° C. erwärmt, mit 0,35 Proz. Wasserstoffsuperoxyd versetzt, $^1/_2$ Stunde lang bei der genannten Temperatur umgerührt und 1—3 Stunden lang bei etwa 52° gehalten. Nach Buddes Angaben wird die Milch dabei zwar selten keimfrei, pathogene Keime wurden aber sämtlich abgetötet. Ferner soll die Leichtverdaulichkeit der Milch sowie die übrigen Eigenschaften derselben durch sein Verfahren im Gegensatz zur pasteurisierten und sterilisierten Milch in keiner Weise gelitten haben. Die absolute Abtötung der pathogenen Keime durch das Budde-Verfahren wird auch durch Hewlett[1]) und durch Baumann[2]) bestätigt; doch konnte letzterer nachweisen, daß die Milch auch etwas in bezug auf ihre Verdaulichkeit und Enzymreaktion gelitten hatte.

Da also auch dieses Verfahren nicht völlig Einwandfreies leistet, so schien es zweckmäßig, einmal im folgenden zu sehen, wieviel durch ein dreistündiges Kochen der Milch bei 52° C. ohne jeglichen Zusatz von Chemikalien erreicht werden könnte.

---

[1]) Tanner Hewlett, „An experimental investigation of the Budde process for the preservation of milk". The Lancet, 27. January 1906.

[2]) Baumann, „Über Konservierung der Milch durch Wasserstoffsuperoxyd". Münch. med. Wochenschrift 1905, S. 1083.

a) Quantitative Bestimmungen des Keimgehaltes der bei 52° C. erhitzten und gekochten Milch.

Es wurden zu diesem Zweck zunächst mit der Milch, wie sie aus dem Kuhstall kam, Prüfungen angestellt, die das Verhältnis der Keimzahl der bei 52° C. erhitzten und gekochten Milch erkennen lassen sollten.

Die Versuchsanordnung war folgende. Es wurden 200 ccm Milch in das sterilisierte Metallgefäß und 5 ccm in das sterilisierte Reagenzglas gegeben. Dann wurde mittels Luftpumpe der negative Druck hergestellt und dann die Milch bis auf 52° C. erhitzt und in dieser Temperatur und in dem entsprechenden negativen Druck 3 Stunden lang erhalten. Darauf wurde der Druck wieder ausgeglichen und aus dem Metallgefäß und dem Reagenzglas mittels je einer sterilen Pipette je 2 Tropfen auf ein Agarröhrchen gegeben und dies in Platten gegossen. Die beiden Pipetten waren daraufhin ausgewählt worden, daß ihre Tropfengröße genau dieselbe war, und zwar gingen 38 von diesen Tropfen Milch auf 1 ccm. Es mußte also die Zahl der auf den Platten gefundenen Kolonien mit 19 multipliziert werden, um die Anzahl der Keime in einem ccm Milch zu erhalten. Auf diese Weise wurden alle Platten der beiden ersten Milchproben hergestellt, und dann, da die Milch doch noch mehr Bakterien enthielt, als erwartet worden war, folgende Methode angewandt, um durch eine noch stärkere Verdünnung auf alle Fälle zu ver-

hindern, daß auf einer Platte mehr als 3000 Keime ausgesäet würden. Es wurden zu jedem Versuch 2 sterile Tropfgläschen, die beide gleich große Tropfen, nämlich 15 Tropfen Milch auf 1 ccm, erzeugten, mit 19 ccm steriler Milch gefüllt und dann zu dem einen von dem Metallgefäß und zu dem andern von dem Reagenzglas je 1,0 ccm Milch mittels steriler Pipette hineingegeben. Es wurden dann aus dem tüchtig durchgeschüttelten Tropfglas je 3 Tropfen in ein Agarröhrchen getropft und dies gegossen. Es mußte dann die Anzahl der Kolonien mit 100 multipliziert werden, um die Zahl der Keime auf 1 ccm zu erhalten. Als Verdünnungsflüssigkeit wurde Milch deswegen selbst gewählt, um nach Möglichkeit jegliches Zugrundegehen von Keimen durch Quellung oder Schrumpfung zu verhüten. Die Agarröhrchen enthielten nicht über 8 ccm, um beim Zählen stets die Plattenschicht gut durchblicken zu können. Es wurden die Platten der ersten beiden Milchproben 6 Tage lang besichtigt, da aber sich dabei zeigte, daß das ursprüngliche Verhältnis zwischen der Keimzahl der gekochten und der erhitzten Milch sich nach dem 3. Tage nicht mehr wesentlich änderte, so wurde für diesen vorliegenden Zweck eine dreitägige Besichtigung als ausreichend betrachtet.

Die Ergebnisse sind folgende:

Tabelle III.

Milch 3 Stunden lang bei 52° C.

	Zahl der Kolonien auf 1 ccm berechnet					
	gekocht	erwärmt	gekocht	erwärmt	gekocht	erwärmt
	nach 24 Stunden		nach 48 Stunden		nach 72 Stunden	
1. Milch	95	95	200	500	300	600
2. Milch	—	—	2200!	700	2400!	1000
3. Milch	100	200	500	900	600	1100
4. Milch	3600	5000	4400	8000	4500	8000

Es ist also die Keimzahl in der gekochten Milch geringer als in der erhitzten, mit Ausnahme allerdings von Versuch 2. Warum hier grade das Umgekehrte stattfand, blieb unaufgeklärt. Ein Fehler beim Gießen einer Platte kann es nicht gewesen sein, da einmal immer 3 Platten sowohl von ein und derselben erhitzten als auch von der gekochten Milch gegossen wurden, und der Mittelwert dieser 3 Platten als Keimzahl der Lösung angenommen worden ist. Da bei den ersten beiden Milchsorten auch Proben nach 1 und nach 2 Stunden entnommen worden waren (was später aufgegeben wurde), so standen für Versuch 2 also auch die Platten nach 1 und 2 Stunden Kochens und Erwärmens zur Verfügung, die auch alle die merkwürdige Erscheinung zeigten, daß in der gekochten Milch mehr Keime als in der erwärmten waren. Die Zahlen waren folgende:

Tabelle IV.

Milch bei 52° C.

	Zahl der Kolonien auf 1 ccm berechnet					
	gekocht	erwärmt	gekocht	erwärmt	gekocht	erwärmt
	nach 24 Stunden		nach 48 Stunden		nach 72 Stunden	
Milch 2 n. 1 Std.	2000	2000	5000	2700	5700	3800
n. 2 Std.	890	840	2200	1100	2400	1800

Es bleibt für die Erklärung nur eine Verunreinigung übrig, die im Metallgefäß erfolgt sein muß. Doch ist diese Erscheinung in den andern Platten (30) von den Milchsorten 1, 3, 4 nie hervorgetreten. Daher ist wohl auch für Milch an die größere keimtötende Wirkung des Kochens gegenüber dem Erwärmen auf dieselbe Temperatur nicht zu zweifeln, wenn auch das Resultat mit seinen doch manchmal recht geringen Zahlenunterschieden den gehegten Erwartungen nicht entspricht.

b) Wirkung des dreistündigen Erhitzens und Kochens bei 52° C. auf die der Milch beigegebenen Bakterien.

Es wurden zunächst 4 Versuche mit nicht steriler Milch gemacht, der auf 200 ccm drei 20 Stunden alte Typhusagarkulturen unmittelbar vor dem Versuch[1]) zugesetzt wurden. Diese sehr stark infizierte

[1]) Es ist von Wichtigkeit, ob die Verimpfung auf die Milch kurz vor dem Versuch geschieht oder 24 Stunden vorher, wie

Milch wurde zugleich bei 52° C. gekocht und erhitzt und dann nach 3 Stunden Proben entnommen und auf Drigalski-Nährböden zum Nachweise von Typhus ausgestrichen.

Die Besichtigung und die Agglutinationsproben mit Typhusserum ergaben folgende Resultate:

Tabelle V.

200 ccm Milch mit 3 Typhusagarkulturen infiziert 3 Std. bei 52° C.

	erwärmt	gekocht
1. Milch	Ty. +	Ty. +
2. Milch	Ty. +	Ty. 0
3. Milch	Ty. +	Ty. +
4. Milch	Ty. 0	Ty. 0

Die Tabelle zeigt also, daß trotz dreistündigen Kochens bei 52° C. in 2 von den 4 Versuchen Typhusbazillen gefunden wurden. Die Milch war vor dem Zusatz der Typhusbazillen nicht sterilisiert worden, um die dadurch hervorgerufenen chemischen und physischen Veränderungen zu vermeiden und um den praktischen Verhältnissen möglichst nahe zu kommen. Leider konnte deswegen die Zahl der nach dem

---

aus den Erfahrungen Zelenskis hervorgeht, der eine verschiedene Resistenz gegen Temperatur bei Bacterium coli in einer 24stündigen Bouillon- oder Milchkultur gegenüber einer frisch infizierten Bouillon oder Milch feststellte. Und zwar waren die ganz frischen Kulturen bedeutend resistenter. Siehe Zelenski, „Zur Frage der Pasteurisierung der Säuglingsmilch". Jahrbuch für Kinderheilkunde 63, 3. Folge, 13. Bd., Heft 3, 5. März 1906.

Kochen überlebenden Typhusbazillen quantitativ nicht unmittelbar festgestellt werden. Und doch wäre es gerade von Wichtigkeit gewesen zu wissen, ob die gekochte Milch noch sehr viel oder nur wenige Typhuskeime enthielt, weil, falls das erstere der Fall wäre, dies sicher nicht allein auf den schon früher erwähnten, dem Apparat anhaftenden Fehler zu schieben sein würde.

Es wurde deswegen bei den 4 Versuchen auf Agarplatten die Zahl der Keime auf den ccm nach der früheren Methode sowohl bei der gekochten als auch bei der erwärmten Milch festgestellt (s. folgende Tabelle).

Tabelle VI.

200 ccm Milch mit 3 Typhusagarkulturen infiziert 3 Std. bei 52° C.

	Zahl der Keime					
	gekocht	erwärmt	gekocht	erwärmt	gekocht	erwärmt
	nach 24 Stunden		nach 48 Stunden		nach 72 Stunden	
1. Milch	1 000	6 000	1 200	40 000	—	—
2. Milch	85 000	140 000	100 000	160 000	105 000	166 000
3. Milch	58 000	58 000	140 000	153 000	139 000	169 000
4. Milch	12 000	34 000	170 000	180 000	200 000	210 000

Aus der Tabelle ist erstens zu sehen, daß auch bei diesen Versuchen die gekochte Milch weniger Keime als die erhitzte hat. Außerdem aber fällt auf, daß die Milch in diesen 4 Proben (Tabelle VI) durchweg viel mehr Keime enthält als in den Tabelle III (S. 21) aufgeführten Proben. Obwohl nun bekanntlich die Keimzahl in der Milch außerordentlichen Schwan-

kungen unterworfen ist, so ist doch der Unterschied der beiden Tabellen ein so krasser und ausnahmsloser, daß man wohl berechtigt ist, sich ihn durch das Überleben einer großen Anzahl von Typhuskeimen in der ja künstlich sehr stark infizierten Milch zu erklären. Um die Frage zu klären, wie sich das Verfahren bei anderen pathogenen Keimen bewähren würde, wurden noch Versuche mit Diphtherie-, Dysenterie- und Cholerabazillen gemacht, deren Ergebnisse sich kurz ohne Tabellenangabe dahin zusammenfassen lassen, daß diese 3 Keimarten, die in diesen Versuchen steriler Milch zugesetzt wurden, in allen Versuchen schon allein durch dreistündiges Erwärmen bei 52° zugrunde gingen.

Von Versuchen mit Tuberkelbazillen mußte aus äußeren Gründen Abstand genommen werden. Doch ist es wohl im höchsten Grade wahrscheinlich, daß auch sie, da sie sich im allgemeinen resistenter als Typhusbazillen erweisen, durch dreistündiges Kochen der Milch bei 52° C. nicht abgetötet werden würden.

Es erschien noch von Wichtigkeit, von den nicht pathogenen Keimen den Milchsäurebazillus auf sein Verhalten bei diesem Verfahren zu prüfen, da, wenn es gelänge ihn abzutöten, dies eventuell praktisch verwendet werden könnte. Es wurden deswegen 3 Versuche mit deutlich angesäuerter Milch gemacht, die nach dem Kochen auf Beyerink-Kreideplatten verimpft wurden. Auf den Platten aller 3 Versuche fanden sich die für den Bazillus so charakteristischen Kolonien.

Wie oben ausgeführt, wurde das Kochen der Flüssigkeit in dem Apparat an der reichlichen Bildung und dem Zurückfließen des Kondenswassers aus dem Kühler erkannt. Von Schut selbst wurde außerdem noch ein steriles Glasstückchen in das Metallgefäß getan, um durch das Ticken desselben zu erkennen, ob die Flüssigkeit kocht. Jedoch konnte hier bei den Versuchen das zuletzt erwähnte Zeichen nicht verwandt werden infolge des fortwährenden Geräusches der im Betrieb befindlichen Wasserstrahlpumpe. Um deswegen ganz sicher zu sein, ob die Flüssigkeiten auch wirklich unter reichlicher Aufwallung gekocht hatten, wurde Milch in einem Reagenzglas bei 52° C. unter denselben negativen Druck gebracht, mit dem bei den Milchversuchen stets gearbeitet worden war. Es zeigte sich, daß die Milch unter starker Aufwallung kochte, so daß dies auch für die früheren Versuche angenommen werden kann[1]).

IV. Zusammerfassung.

Die hier niedergelegten Versuche haben demnach ergeben:

1. Die in physiologischer Kochsalzlösung suspendierten verschiedenen Bakterienarten (Bacillus

[1]) Bei einer neuen Herstellung des Apparates wäre es sicher zweckmäßiger, das Gefäß nicht aus Metall, sondern aus starkem Glase herzustellen, damit man sich jederzeit durch einen Blick davon überzeugen kann, daß die unter Druck stehende Flüssigkeit auch ordentlich kocht.

fluorescens liquefaciens, Bacillus prodigiosus, Bacterium coli, Staphylococcus pyogenes aureus) können in der siedenden Flüssigkeit bedeutend schneller abgetötet werden als durch Erwärmen ohne Sieden bei gleicher Temperatur.

2. Die von Schut jr. angegebenen Zeiten haben sowohl beim Erwärmen als auch beim Kochen häufig nicht ausgereicht, um die Bakterien zu töten, sondern die letzteren mußten den Versuchsbedingungen meist länger ausgesetzt werden.
3. Bei Milch ließ sich bei 3 stündigem Kochen bei 52° C. eine stärkere Abnahme der Keime nachweisen als durch 3 stündiges Erwärmen bei derselben Temperatur.
4. Das 3 stündige Kochen der Milch unter Niederdruck bei 52° C. kann das Budde-Verfahren nicht ersetzen; denn es wurde nachgewiesen, daß zwar Dysenterie-, Diphtherie- und Cholerabazillen allein schon durch das 3 stündige Erwärmen absterben, der Typhusbazillus und der Milchsäurebazillus aber trotz des Siedens am Leben bleiben.

Eine Prüfung, ob die Verdaulichkeit der drei Stunden lang bei 52° C. gekochten Milch gelitten, und ob vielleicht Fermente zugrunde gegangen sind, wurde nicht mehr ausgeführt, da dies nach dem Gesamtergebnis für die Praxis gleichgültig sein dürfte.

Am Schlusse erlaube ich mir Herrn Geheimrat Prof. Rubner sowie Herrn Prof. Ficker für die Überweisung der Arbeit und die freundlichen Anregungen meinen besten Dank zu sagen.

Thesen.

I.

Die Ursachen der Rechtshändigkeit können nicht in der Blutversorgung des Körpers gefunden werden.

II.

Auch die Lageverhältnisse des Kindes vor der Geburt können die Rechtshändigkeit nicht erklären.

III.

Zur Verhinderung der Eheschließung Geschlechtskranker wäre die Bestimmung sehr wünschenswert, daß jeder Ehekandidat behufs staatlicher Ehebewilligung ein amtsärztliches Attest beizubringen hat, daß er nicht an einer noch ansteckenden Krankheit leide.

Lebenslauf.

Am 13. April 1878 wurde ich zu Seelow (Kreis Lebus) geboren und bald darauf evangelisch getauft. Meine Eltern siedelten dann nach Berlin über. Hier besuchte ich die Privatschule von Grimm, das Gymnasium zum Grauen Kloster, das Hönigl. Luisen-Gymnasium, um dann noch in die Oberprima des Gymnasiums in Friedeberg N.-M. zu gehen, wo ich im Oktober 1900 mit dem Reifezeugnis entlassen wurde. Ich studierte dann mit Ausnahme des Sommersemesters 1903, wo ich an der Freiburger Universität immatrikuliert war, ausschließlich in Berlin Medizin. Im Sommer 1902 bestand ich die ärztliche Vorprüfung und im Sommer 1905 das ärztliche Staatsexamen. Vom 1. September 1905 leistete ich mein praktisches Jahr am Moabiter Krankenhaus und vom 1. Januar 1906 an dem Königl. Hygienischen Universitätsinstitut ab. Am 1. März 1906 wurde ich als Arzt approbiert. Seitdem arbeite ich als Praktikant in dem bakteriologischen Laboratorium des hiesigen Hygienischen Universitätsinstituts.

Während meines medizinischen Studiums war ich Schüler folgender Universitätsdozenten:

Bäumler, v. Bergmann, Blumenthal, Brieger, Buschke, Engelmann, E. Fischer, Fritsch, Gottschalk, Grabower, Guttenberg, Heine, O. Hertwig, Klemperer, Kraske, Kraus, W. Krause, Langerhans (†), Lesser, Lexer, v. Leyden, Liebreich, M. Michaelis, v. Michel, Moeli, Olshausen, Orth, Rubner, Schultz (†), F. E. Schulze, Sellheim, Senator, Silex, F. Straßmann, P. Straßmann, H. Virchow, Waldeyer, Warburg, Wolff, Ziehen.

Ich freue mich, den noch lebenden Herren an dieser Stelle meinen Dank für ihren Unterricht sagen zu können.